

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-82522

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

F 1 6 C 33/66

F 1 6 C 33/66

A

32/04

32/04

Z

33/38

33/38

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-252307

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月17日

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 水谷 敏幸

三重県桑名市大字播磨773番地の6

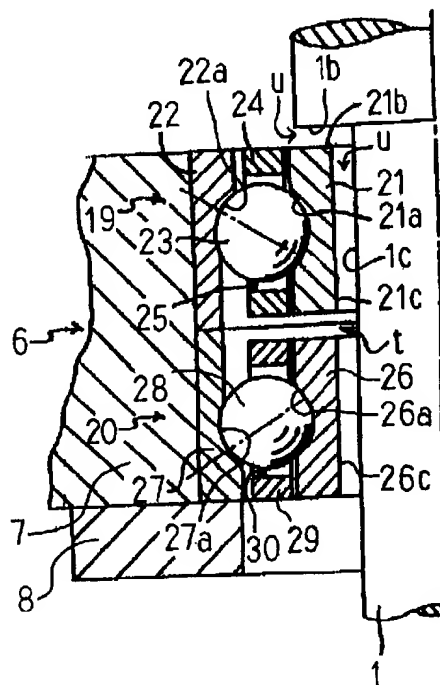
(74) 代理人 弁理士 江原 省吾 (外3名)

(54) 【発明の名称】 磁気軸受装置のタッチダウン軸受

(57) 【要約】

【課題】 タッチダウン軸受における保持器の強度を確保すると共に、滑り摩擦を生ずる表面の偏摩耗を防止することである。

【解決手段】 本発明のタッチダウン軸受は、保持器が機械強度を有する材料（例えば、軟鋼材、ステンレス鋼材、セラミックス材料等）からなり、かつ、保持器の滑り摩擦を生ずる部分に固体潤滑剤被膜（例えば P T F E、鉛等）が形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内輪と、外輪と、前記内・外輪の軌道面間に転動自在に介装された複数のボールと、各ボールを円周所定間隔に保持する保持器とを有し、固定側に配設された磁気軸受により非接触状態で支持される回転部材を、タッチダウン時に支持するタッチダウン軸受において、

上記保持器が軟鋼、ステンレス鋼、セラミックス等の所要の機械強度を有する材料からなり、かつ、保持器の滑り摩擦を生ずる表面に固体潤滑剤被膜が形成されていることを特徴とする磁気軸受装置のタッチダウン軸受。

【請求項2】上記固体潤滑剤被膜が、PTFE被膜又は鉛被膜であることを特徴とする請求項1の磁気軸受装置のタッチダウン軸受。

【請求項3】上記固体潤滑剤被膜の膜厚が、0.5μm～2mmであることを特徴とする請求項1又は請求項2の磁気軸受装置のタッチダウン軸受装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ターボ分子ポンプ等の磁気軸受装置において、磁気軸受の制御不能時に回転軸を支持するタッチダウン軸受に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図4に示すように、ターボ分子ポンプ等の磁気軸受装置Aは、縦型の回転軸1に対して隙間をもって配設される複数の磁気軸受2と、回転軸1の上下両端部に配設されるタッチダウン軸受3、4とを有する。常時は、磁気軸受2が電磁的作用により回転軸1を非接触支持するが、突然の断線や停電等によって突発的に磁気軸受2が制御不能となった場合（いわゆるタッチダウン時）には、上下一対のタッチダウン軸受3、4が、回転軸1を支持して回転軸1および磁気軸受2の損傷を防ぐように構成されている。

【0003】特に、下端部のタッチダウン軸受4は、図5に示すように、2個のアンギュラ玉軸受10、11の正面組合せとして、ラジアル荷重とアキシヤル荷重の両方を受けるようにしている。この各アンギュラ玉軸受10、11は、内輪12と、外輪13と、複数のボール14と、リング状の保持器15とを具備する。

【0004】内輪12は、外径面に軌道面12aが形成され、上端面12bと内径面12cにタッチダウン面を有している。外輪13は、内径面に軌道面13aが形成され、外径面がハウジング7に嵌合されている。ボール14は、内・外輪12、13の軌道面12a、13a間に介装され自転・公転運動する。保持器15は、ボール14を等間隔に保持するものである。

【0005】図6に示すように、各ボール14は、保持器15に円周等間隔に複数設けられたポケット孔16内に収容される。また、ボール14の円滑な転動を確保するため、ポケット孔16のポケット面16aとボール1

4との間には、ポケット隙間sが設けられる。保持器15は、内径面15aが内輪12と接触しつつ回転する。

【0006】上記タッチダウン面（12b、12c）は、磁気軸受2が正常に作動しているときは、回転軸1との間に所定の隙間を有しているが、タッチダウン時は、回転軸1と接触してこれを支持するものである。

【0007】上記構造のタッチダウン軸受4では、内輪12が回転軸1に対向し、その上端面および内径面がタッチダウン面（12b、12c）になる。その反対に図4においてハウジング7側を回転させ、中央の回転軸1に設けた磁気軸受2によってハウジング7を支持する場合には、タッチダウン軸受4の外輪13が回転部材であるハウジング7に対向し、外輪13の外径面でタッチダウンすることになる。このようにタッチダウン面は軸受の支持構造によりその位置が変わるものである。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】回転軸1が内輪12のタッチダウン面（12b、12c）と接触すると、内輪12が急激に回転し始め、これに追従してボール14も急激に自転・公転運動を開始する。このとき、非負荷域に位置するボール14と負荷域に位置するボール14との間には公転の遅れ・進みがあり、この遅れ・進みによって保持器15に大きな引張力或いは圧縮力が作用する。この繰り返し引張力・圧縮力により保持器15に疲労が生じるため、保持器15の強度が問題となる。また、軸受回転時、保持器15のポケット面16aとボール14の表面、保持器15の内径面15と内輪12の外径面との間に滑り摩擦が生じるので、これらの表面の偏摩耗が問題となる。

【0009】特に、極低温環境で使用する場合は、保持器15を極低温で潤滑特性の良好なPTFEで形成する場合が多いが、PTFEでは必要な機械強度が得られない。

【0010】そこで、本発明は、上記のようなタッチダウン軸受における保持器の強度を確保すると共に、滑り摩擦を生ずる表面の偏摩耗を防止することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のタッチダウン軸受は、固定側に配設された磁気軸受により非接触状態で支持される回転部材を、タッチダウン時に支持するタッチダウン軸受であって、内輪と、外輪と、前記内・外輪間に転動自在に介装された複数のボールと、ボールを円周所定間隔に保持する保持器とを有し、前記保持器が軟鋼材、ステンレス鋼材、セラミックス材料等の機械強度を有する材料からなり、保持器の滑り摩擦を生ずる表面には固体潤滑剤被膜が形成されている。

【0012】ここで、保持器の「滑りを生ずる表面」とは、ボール案内形式の保持器ではポケット面、軌道輪案内形式の保持器ではポケット面及び案内面を意味する。

ただし、軌道輪案内形式の保持器では、ポケット面及び案内面のうち少なくとも一方に固体潤滑剤被膜が形成されていれば良い。

【0013】上記固体潤滑剤被膜の材料として、例えばPTFE又は鉛が用いられる。また、上記固体潤滑剤被膜の膜厚は、0.5 $\mu$ m～2mmであることが好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態を図面に基づき説明する。

【0015】本発明に係るタッチダウン軸受は、図4に示すような磁気軸受装置における回転軸1の上下両端部に配設される。例えば、図1に示すように下端部のタッチダウン軸受6は、2個のアンギュラ玉軸受19、20の正面組合せとして、ラジアル荷重とアキシャル荷重の両方を受けるようにしている。また、上端部のタッチダウン軸受も同様の構成である。

【0016】回転軸1の下端部には段部1bが形成され、この段部1bが上段のアンギュラ玉軸受19の上端面21bとタッチダウン隙間uを介して対向し、また、20

下端部の外周面1cが上下アンギュラ玉軸受19、20の内輪21、26の内径面21c、26cとタッチダウン隙間uを介して対向している。内輪21、26の上端面21b及び内径面21c、26cには、タッチダウン接触時の摩擦を防止するため、PTFE、二硫化モリブデン、鉛等による固体潤滑剤被膜が形成されている。

【0017】アンギュラ玉軸受19、20の外輪22、27はハウジング7の嵌合孔の内周面に嵌合され、さらに下段の外輪27の下面はハウジング7に固定された保持リング8にて支持されている。

【0018】また、アンギュラ玉軸受19、20の各内輪21、26の組合せ面には研削加工により隙間tが設けられる。これにより、タッチダウン時の摩擦熱による内輪21、26の軸線方向の熱膨張が許容され、軸受19、20に過度の予圧がかからないよう構成されている。

【0019】各アンギュラ玉軸受19、20の内輪21、26と外輪22、27との間に複数のボール23、28が介装され、保持器24、29によって円周等間隔に保持される。

【0020】ボール23、28は、内輪21、26の軌道面21a、26aと、外輪22、27の軌道面22a、27aとの間に所定の予圧荷重を与えられた状態で介装され、保持器24、29のポケット孔25、30に収容される。保持器24、29は内輪案内形式のもので、内輪21、26の外径面との間にわずかな案内隙間を有する。

【0021】保持器24（保持器29も同様の構成である。）は、図2及び図3に示すように、リング状の部材で、所要の機械強度を有する材料（例えば、軟鋼材、ス

テンレス鋼材、セラミックス材料等）で形成され、円周等間隔に複数のポケット孔25を有する。各ポケット孔25には、それぞれボール23が収容される。各ポケット孔25のポケット面25aとボール23との間には、ボール23の円滑な転動を確保すべく所定のポケット隙間sが設けられる。

【0022】軸受回転時、保持器24は内径面24aを内輪21によって接触案内されながら回転し、ポケット孔25のポケット面25aでボール23と接触する。

10 【0023】保持器24の滑り摩擦を生じる表面、この実施形態では、ポケット面25aと案内面24aは、PTFE、鉛、或いは二硫化モリブデン等の固体潤滑剤で被膜される。この固体潤滑剤被膜の膜厚は0.5 $\mu$ m～2mmが好ましい。

【0024】次に上記の如く構成されたタッチダウン軸受6の作用について説明する。

【0025】電源系統の断線や停電等により磁気軸受の機能が停止するタッチダウン時において、回転軸1がタッチダウン軸受6の内輪21、26のタッチダウン面21b、21c、26cに接触すると、内輪21、26が急激に回転し始める。同時に各ボール23、28は急激に自転及び公転運動し始める。この際、各ボール23、28には均等に負荷がかかっているのではなく、実際は負荷域に位置するものと非負荷域に位置するものがある。これによりボール23、28の遅れ・進みが生じる。このボール23、28の遅れ・進みにより、保持器24、29には引張力、圧縮力がかかり、これが保持器24、29に疲労を生じさせる一因となる。しかしながら、このタッチダウン軸受6は、保持器24が軟鋼材、20

30 ステンレス鋼材、セラミックス材料等の機械強度を有する材料で形成されており、上記の引張力・圧縮力に対して十分な強度があるため、疲労が生じにくく、その耐久性が高いものとなる。

【0026】また、保持器24、29のポケット面25aおよび内径面24aに形成された固体潤滑剤被膜によって、滑り潤滑部分の潤滑が成される。さらに、ボール23、28との接触、内輪21、26との接触によって、ポケット面25a及び内径面24aに形成された固体潤滑剤被膜が、ボール23、28の表面、内輪21、26の外径面、内・外輪の軌道面21a、22a、26a、27aに転着して転着被膜を形成する。これにより、保持器24、29のポケット面25aや内径面24aの偏摩耗が防止され、保持器24、29の回転、或いはボール23、28の自転・公転運動が円滑になされる。

【0027】特に、極低温環境で用いられる場合は、固体潤滑剤としてPTFEを用いることにより、極低温環境においても保持器24、29に良好な潤滑特性が得られ、タッチダウン軸受の作動性は向上する。

50 【0028】上記の実施形態では、保持器24、29の

5

ポケット面25aと内径面24aの両方に固体潤滑剤被膜が形成されているが、ポケット面25aと内径面24aのいずれか一方に固体潤滑剤被膜を形成すれば、上記のような効果を得ることが期待できる。但し、回転初期時の潤滑特性を良好なものとするため、ポケット面25aと内径面24aの両方に固体潤滑剤被膜を形成するのが好ましい。

【0029】なお、この実施形態では、保持器24の内径面24aが内輪21の外径面により案内される形式（内輪案内形式）であるが、保持器の外径面が外輪の内径面により案内される形式（外輪案内形式）においては、保持器の外径面とポケット面の少なくとも一方に固体潤滑剤被覆を形成する。また、保持器がボールによって案内される形式（転動体案内形式）においては、保持器のポケット面に固体潤滑剤被膜を形成する。

【0030】

【発明の効果】本発明のタッチダウン軸受は、保持器が所要の機械強度を有する材料で形成され、かつ保持器の滑り摩擦を生ずる表面に固体潤滑剤被膜が形成されているので、保持器に疲労が生じにくく、また、偏摩耗が生じにくい。さらに、固体潤滑剤被膜の潤滑作用により、ボールの円滑な自転・公転運動及び保持器の円滑な回転運動が促進される。従って、本発明によれば、タッチダ

6

ウン軸受における回転運動の安定化、耐久性向上を図ることができる。

【0031】また、極低温環境で使用されるものには固体潤滑剤としてPTFEを用いることにより、極低温環境での作動性も良好なものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係るタッチダウン軸受の縦断面図。

【図2】 本発明の一実施形態に係る保持器の展開図。

【図3】 本発明の一実施形態に係る保持器の斜視図。

【図4】 従来の磁気軸受装置の縦断面図。

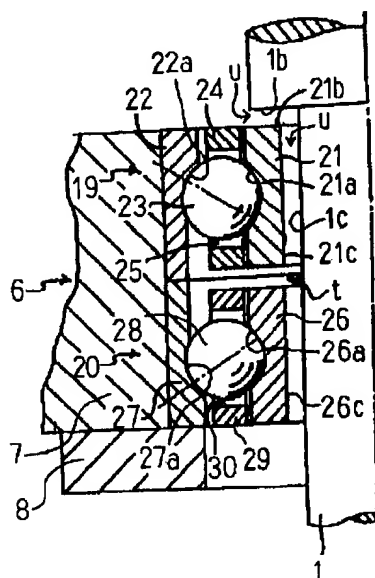
【図5】 従来のタッチダウン軸受の縦断面図。

【図6】 従来の保持器の展開図。

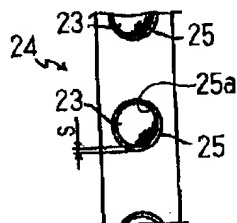
【符号の説明】

1…回転軸	2…磁気軸受	6…タッチダウン軸受
7…ハウジング		21, 26…内輪
21a, 22a, 26a, 27a…軌道面		
22, 27…外輪		23, 28…ボール
24, 29…保持器		25a, 30a…
ポケット面		
24a…内径面		

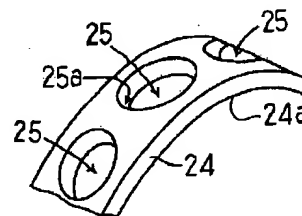
【図1】



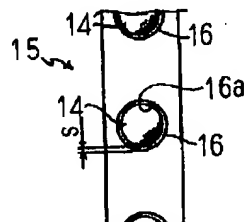
【図2】



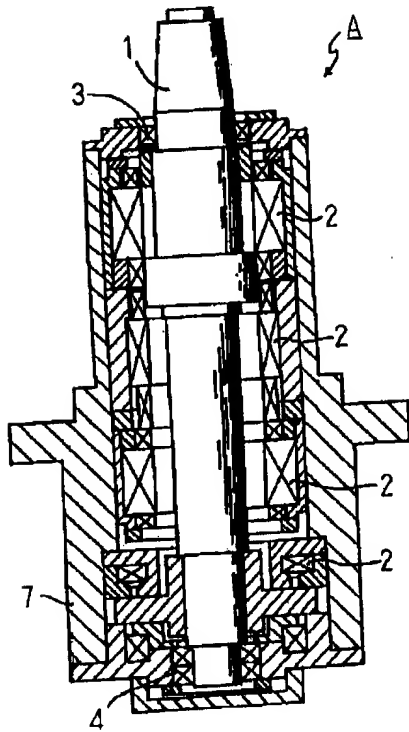
【図3】



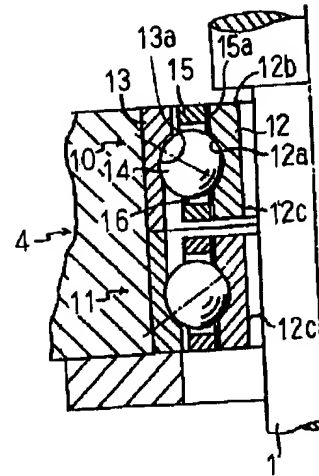
【図6】



【図4】



【図5】



DERWENT-ACC-NO: 1999-269069  
DERWENT-WEEK: 199923  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Touchdown bearing of turbo-molecular pump - has  
retainer consisting of  
material such as soft steel, stainless steel, ceramics having  
required  
mechanical strength, with solid lubricant film of PTFE or  
lead formed on its  
friction sliding surface

PATENT-ASSIGNEE: NTN CORP [NTNT]

PRIORITY-DATA:  
1997JP-0252307 (September 17, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
JP 11082522 A	March 26, 1999	N/A
005	F16C 033/66	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP11082522A	N/A	1997JP-0252307
September 17, 1997		

INT-CL (IPC): F16C032/04; F16C033/38 ; F16C033/66  
ABSTRACTED-PUB-NO: JP11082522A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Retainers (24,29) consisting of a material such as  
soft steel,  
stainless steel and ceramics having a required mechanical  
strength cold each  
ball (23,28) at the periphery at a predetermined space. A  
solid lubricant film  
consisting of PTFE or lead is formed on the sliding friction  
surface of the  
retainer.

USE - For supporting revolving shaft during uncontrollable

time of magnetic  
bearing in turbo-molecular pump.

ADVANTAGE - Due to the solid lubricant film, it is hard to cause damage in the retainer. Smooth autorotation of the balls and retainer are promoted by the lubricating effect. Stabilization of the rotary motion and improved durability are achieved. The PTFE film as a favorable operating property in the low temperature environment of the bearing. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the cross sectional view of the touch down bearing.  
(23,28) Balls;  
(24,29) Retainers.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/6

DERWENT-CLASS: Q62